



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA**  
**ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA**

Mestrado em Engenharia Alimentar

Relatório de Estágio Profissionalizante

# Desenvolvimento de pão à base de chícharo

Catarina Dias Oliveira

Coimbra, 2017



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA**  
**ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA**

Mestrado em Engenharia Alimentar

Relatório de Estágio Profissionalizante

# Desenvolvimento de pão à base de chícharo

Nome Catarina Dias Oliveira

Orientador: Rui Costa

Coorientador: Jorge Varejão

Local de estágio: Escola Superior Agraria de Coimbra

Coimbra, 2017

Este Relatório de Estágio Profissionalizante foi elaborado expressamente para a obtenção de grau de Mestre de acordo com o despacho nº 2032/2014 de 7 de fevereiro de 2014, referente ao Regulamento do Ciclo de Estudos conducente à obtenção do grau de Mestre do Instituto Politécnico de Coimbra

### **Agradecimentos**

Apesar do relatório de estágio profissionalizante, ser um trabalho individual pelo seu carácter académico, existem contributos de várias naturezas que devem ser realçados, pois sem estes seria quase impossível a realização do mesmo. Por este motivo, venho deste modo expressar os meus sinceros agradecimentos:

- Ao Professor Rui Costa, meu orientador, agradeço pelo seu empenho, disponibilidade, conhecimento científico e pelas sugestões dadas ao longo do estágio profissionalizante.
- Ao Professor Jorge Varejão, meu coorientador, agradeço pelo seu empenho, disponibilidade, conhecimento científico ao longo do estágio profissionalizante.
- Aos Técnicos de laboratório da ESAC, agradeço primeiramente pela disponibilidade, pelo empenho em ajudar-me, pelo conhecimento científico que partilharam comigo ao longo do estágio profissionalizante.
- Vânia Gomes, agradeço sinceramente o facto de ser uma colega que demonstrou disponibilidade e espírito de interajuda. Sem esta colega não seria possível ter realizado algumas análises necessárias a este trabalho
- Aos meus pais, à minha irmã e ao meu namorado, agradeço o facto deles nunca me terem deixado desistir, bem como o amor, a compreensão e a cooperação que demonstraram não só neste período, como no resto da minha vida.

## **Resumo**

Este trabalho foi motivado por uma empresa de panificação, na qual trabalho, esta localiza se em Alvaiázere, a capital do chícharo, com o objetivo de desenvolver um produto de panificação com incorporação de chícharo.

O objetivo deste trabalho foi ao encontro do desejo da empresa, mais concretamente um pão à base de chícharo. O trabalho foi desenvolvido nas instalações da empresa e na Escola Superior Agrária de Coimbra.

O chícharo é designado cientificamente por *Lathyrus sativus*. Esta leguminosa é consumida em várias regiões do globo, sendo a principal fonte de proteína em regiões do mundo assoladas pela seca.

Ao longo deste trabalho procurou-se conhecer profundamente o chícharo, foram testadas várias formas de produzir farinha de chícharo e realizaram-se ensaios de produção de pão com diferentes farinhas de chícharo, preparadas alternativamente a partir de chícharo cru, cozido e germinado. Concluiu-se que as farinhas de chícharo são farinhas fracas, mas que podem produzir bom pão quando conjugadas com farinhas trigo fortes. O objectivo foi alcançado com sucesso e a empresa encontra-se a produzir e comercializar semanalmente pão preparado com farinha de chícharo.

Palavras chaves: Chícharo, *Lathyrus sativus*, pão

**Abstract**

This work was suggested by a bakery company, in which I work, that is located in Alvaiázere, the capital of grass pea, with the objective of developing a bakery product with the incorporation of grass pea.

The objective of this work was to meet the company's desire, more specifically a grass pea based bread. The work was developed at the company's premises and at the Coimbra Agrarian School.

The grass pea is scientifically designated by *Lathyrus sativus*. This legume is consumed in several regions of the globe, being the main source of protein in regions of the world beset by drought.

Throughout this work the grass pea was investigated, several ways of producing grass pea flour were tested and bread trials were carried out with different grass pea flours, alternately prepared from raw, cooked and germinated grass pea. It was concluded that grass pea flour is weak, but it can produce good bread when combined with a strong wheat flour. The goal was successfully achieved and the company is producing and marketing weekly bread prepared with grass pea flour.

Keywords: grass pea, *Lathyrus sativus*, bread

## **Sumário**

1.	Introdução .....	1
2.	Chícharo - Lathyrus sativus .....	3
2.1.	Taxonomia e nome da espécie .....	3
2.1.1.	Classificação quanto ao género .....	3
2.1.2.	Nomes botânicos aceites/sinónimos.....	3
2.1.3.	Os nomes comuns para as espécies em vários países .....	3
2.2.	Morfologia .....	5
2.3.	Origem da espécie.....	6
2.4.	Propriedades .....	7
2.4.1.	Composição .....	7
2.4.2.	Propriedades anti-nutricionais e tóxicas .....	7
2.5.	Aplicações.....	9
2.6.	Germinação.....	10
3.	O Pão .....	10
4.	Material e métodos .....	13
4.1.	Desenvolvimento experimental de formulações de pão com chícharo ...	13
4.1.1.	Desenvolvimento das farinhas de chícharo .....	13
4.1.2.	Desenvolvimento da formulação do pão .....	15
4.2.	Análise sensorial .....	18
4.3.	Análises físicas .....	18
4.3.1.	Alveograma de Chopin .....	18
4.3.2.	Ensaio promilógrafico .....	19
4.3.3.	Atividade de água .....	21
4.4.	Composição química .....	21
4.4.1.	Humidade.....	21
4.4.2.	Cinzas .....	22

ESAC-Mestrado de Engenharia alimentar  
Relatório de Estágio Profissionalizante - Desenvolvimento de pão à base de chicharo  
Catarina Oliveira

4.4.3. Proteína .....	22
4.4.4. Fósforo .....	24
5. Resultados e Discussão .....	25
5.1. Análise sensorial .....	25
5.2. Análises físicas .....	28
5.2.1. Alveograma de Chopin .....	28
5.2.2. Ensaio promilógrafico .....	30
5.2.3. Atividade de água .....	30
5.3. Composição química .....	31
5.3.1. Humidade.....	31
5.3.2. Cinzas .....	31
5.3.3. Fósforo.....	32
5.3.4. Proteína .....	32
6. Conclusões.....	34
7. Referências bibliográficas .....	35

## Índice de tabelas

Tabela 1:Nomes atribuídos ao chicharo em vários países (Campbell, 1997).....	4
Tabela 2: Composição nutricional do chicharo (Campbell, 1997) .....	7
Tabela 3: Resultados do alveograma .....	29
Tabela 4:Resultados teoricamente ideais nos alveogramas (“Alveografia,” n.d.) .....	29
Tabela 5:Resultados do Índice de queda .....	30
Tabela 6: Atividade de água das farinhas de chicharo .....	30
Tabela 7:Humidade das farinhas de chicharo .....	31
Tabela 8:Cinzas da farinha de chicharo .....	32
Tabela 9: Fósforo existente nas farinhas de chicharo .....	32
Tabela 10: Proteína presente nas farinhas de chicharo .....	33



## Índice de figuras

Figura 1: Produção anual de leguminosas (1850-2009) (Freire, 2016) .....	1
Figura 2: Esquema da planta Lathyrus sativus (Campbell, 1997) .....	5
Figura 3: Cadeias de glucose que constituem o amido (Ciência viva, 2009) .....	11
Figura 4: Fluxograma da preparação de farinha de chícharo cru .....	13
Figura 5: Fluxograma da farinha de chícharo cozido .....	14
Figura 6: Fluxograma da farinha de chícharo germinado .....	14
Figura 7: Curva tipo alveograma (Pikus et al., 2005) .....	19
Figura 8: Promilograma Alto, farinha de trigo pouco ou nada germinada .....	20
Figura 9: Promilograma baixo, farinha de trigo muito germinada .....	20
Figura 10: Promilograma normal .....	20
Figura 11: Reações ocorridas ao longo da análise á proteína (Castro, 2011) .....	23
Figura 12: Caracterização dos provadores quanto à idade .....	25
Figura 13: Caracterização dos provadores quanto ao género .....	26
Figura 14: Respostas à questão 1, de análise sensorial .....	27
Figura 15: Respostas à questão 2, de análise sensorial .....	27

## 1. Introdução

O consumo de leguminosas secas *per capita* tem vindo a diminuir a nível mundial, decrescendo de 7,6 kg/ano em 1970 para 6,1 kg/ano em 2006 .Porém na região do Médio Oriente e do Norte de África, o consumo *per capita* de leguminosas aumentou de 6,2 kg/ano para 7,1 kg/ano, em igual período (FAO, n.d.). Segundo a FAO (2006), estas tendências revelam uma mudança nos padrões alimentares e nas preferências dos consumidores.

Em Portugal, as leguminosas no passado foram uma fonte fundamental de proteínas na alimentação humana, porém nas últimas décadas tem-se verificado uma diminuição no consumo e na produção de leguminosas, conforme se pode verificar na figura 1.

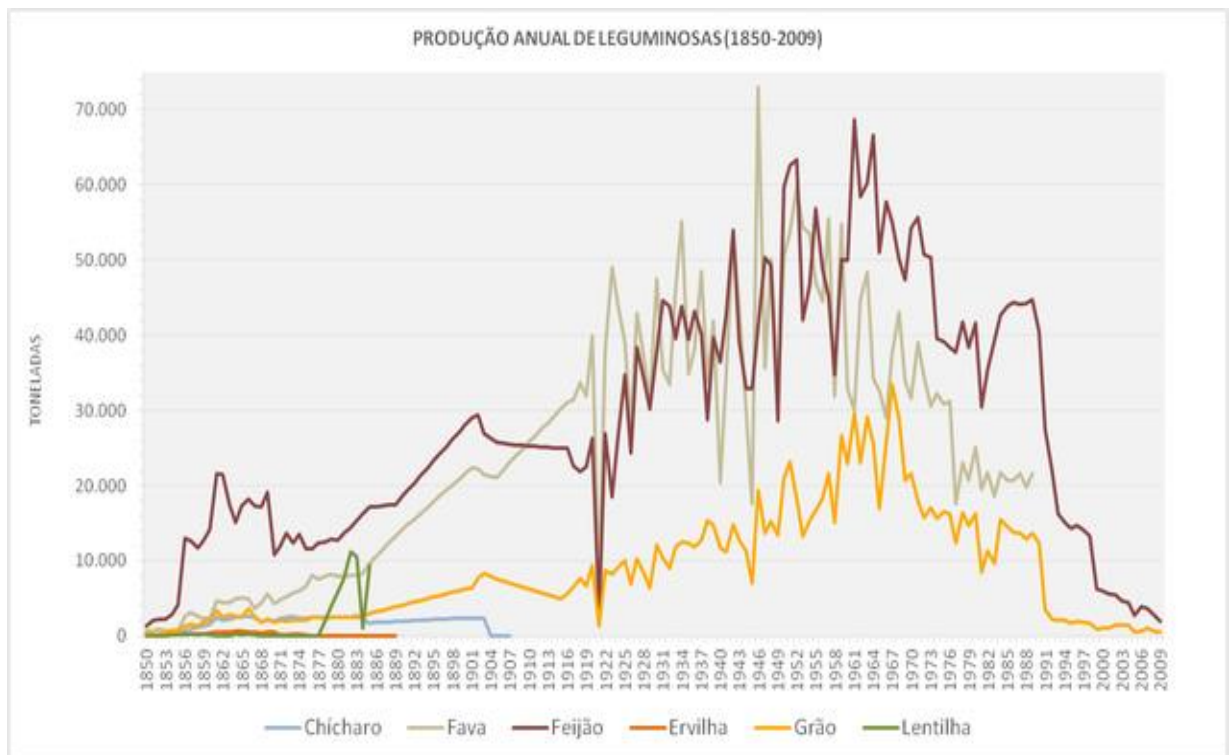


Figura 1: Produção anual de leguminosas (1850-2009) (Freire, 2016)

Quando se aborda o tema de a alimentação ser sustentável, as leguminosas aparecem como uma das soluções. O consumo das leguminosas tem sido promovido por características benéficas destas, que podem atrair o consumidor, tais como as características nutricionais e as potencialidades culinárias. As leguminosas podem ser também interessantes para os agricultores, visto que promovem a fertilidade do solo (fixam azoto), evitando a utilização de fertilizantes (Freire, 2016).

ESAC-Mestrado de Engenharia alimentar  
Relatório de Estágio Profissionalizante - Desenvolvimento de pão à base de chicharo  
Catarina Oliveira

Em Alvaiázere, antigamente, o chicharo era considerado a carne dos pobres. Entretanto, ocorreram melhorias económicas no país e na região o que levou a que este caísse no esquecimento. Porém, em 2003 a Câmara Municipal de Alvaiázere promoveu o 1º Festival do Chicharo, e deste modo o chicharo voltou a entrar na gastronomia local e para além das receitas antigas já existentes surgiram novos pratos e novos produtos, tais como pastéis e biscoitos. Neste momento o chicharo tem um papel relevante na gastronomia e na economia local.

Este trabalho surgiu no seguimento do desenvolvimento de novos produtos à base de chicharo por parte de uma empresa de panificação do concelho de Alvaiázere. O objetivo deste trabalho consistiu no desenvolvimento de um pão que incluísse a farinha de chicharo e tivesse uma textura e sabor agradável.

## **2. Chícharo - *Lathyrus sativus***

### **2.1. Taxonomia e nome da espécie**

#### **2.1.1. Classificação quanto ao gênero**

O chícharo é uma semente utilizada para consumo humano. A planta da qual é resultante o chícharo é da família *Fabaceae*, da subfamília *Papilionoideae* e do gênero da *Vicia* tem como nome científico *Lathyrus sativus*. Esta planta é uma herbácea anual (Campbell, 1997).

#### **2.1.2. Nomes botânicos aceites/sinónimos**

Os nomes botânicos aceites e sinónimos da espécie, de acordo com Hanelt (1986), são:

*Lathyrus sativus* L., Sp. Pl. (1753) 730. - *Cicerula alata* Moench, Methodus (1794) 163; *C. sativa* (L.) Alef. in Bonplandia 9 (1861) 147; *Pisum lathyrus* E. H. L. Krause in Sturm, Fl. Deutschld. ed. 2, 9 (1901) 50; *Lathyrus abyssinicus* A. Br. ex Chiov. in Atti Soc. Ital. Progr. Sci. 17 (1929) 548, nom.; *Lathyrus asiaticus* (Zalk.) Kudrj. in Fl. Uzbek. 3 (1955) 781 (Campbell, 1997).

#### **2.1.3. Os nomes comuns para as espécies em vários países**

O chícharo é consumido em algumas zonas do mundo, inclusivamente em Portugal. Na Europa, era bastante popular na idade média, tendo um nome diferente em todas as línguas Europeias (Lambein, Ngudi, & Kuo, 2001).

Na tabela 1 constam os nomes que lhe são atribuídos em vários países.

ESAC-Mestrado de Engenharia alimentar  
Relatório de Estágio Profissionalizante - Desenvolvimento de pão à base de chícharo  
Catarina Oliveira

Tabela 1: Nomes atribuídos ao chícharo em vários países (Campbell, 1997)

<b>Países</b>	<b>Nomes atribuídos ao chícharo</b>
Bangladesh	Khesari
Burma	Pé-kyin-baung, pé-sa-li, mutter pea
China	San lee dow , Cyprus Fovetta, pharetta, dog-toothed pea
Etiópia	Sabberi, guaya
França	Lentille d’Espagne, pois carré, gesse blanche, gesse chichi, gesse commune, gessette
Alemanha	Saatplatterbse
India	Kesare, khesari, karas, karil, kasar, khesari dhal, khesra, lang, chural, latri, lakhori, Lakhodi, chattra matur, santal, teora, tiuri, batura, chickling vetch, chickling pea
Itália	Cicerchia coltivata, pisello bretonne, pisello cicerchia Nepal
Nepal	Kheshari
Paquistão	Matri, mattrra
Sudão	Gilban(eh)
Venezuela	Frijol gallinazo, garbanzo

## 2.2. Morfologia

Campbel (1997) descreve exaustivamente a morfologia da *Lathyrus sativus*. Na figura 2 está presente o esquema da planta.

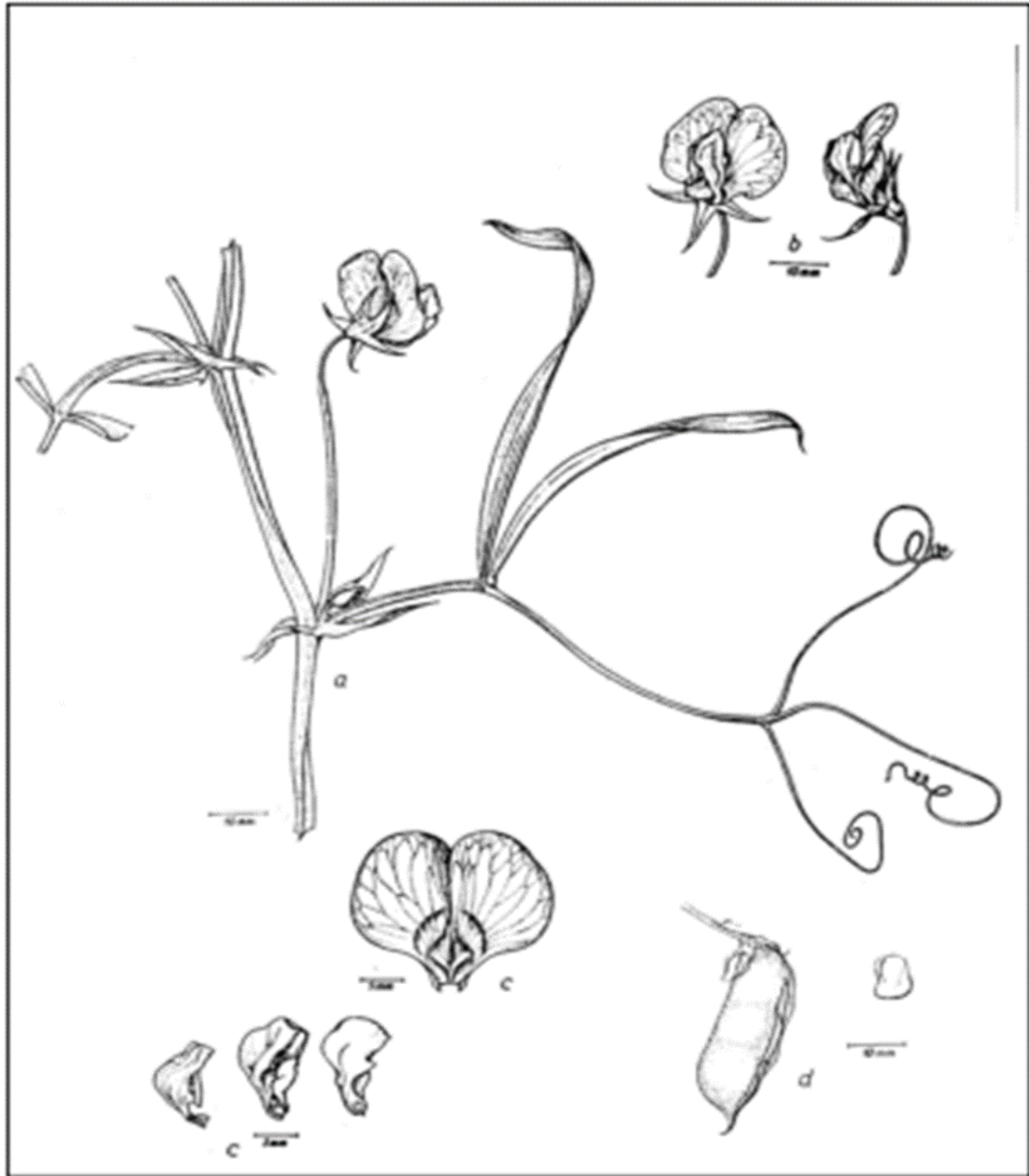


Figura 2: Esquema da planta *Lathyrus sativus* (Campbell, 1997)

O seu sistema radicular é axial/pivotante, ou seja, tem uma raiz principal distinta das raízes secundárias. As raízes secundárias estão agrupadas em grupos densos.

Os caules são delgados, têm entre 25 a 60 cm de comprimento e tem uma forma quadrangular com margens aladas.

Tem estípulas muito proeminentes. Esta planta tem folhas pinadas (opostas), ou seja, tem um ou dois pares de folíolos linear-lanceoladas. O comprimento das folhas varia entre 5cm e 7.5 cm, a largura é aproximadamente 1 cm. As folhas são inteiras e sésseis .

A inflorescência é solitária, pois existe uma única flor na extremidade do pedúnculo. As flores são axilares, tem cerca de 1,5 cm de comprimento, e podem ter as seguintes cores: azul brilhante, roxo avermelhado, vermelho, rosa ou branco. O pedúnculo é fino e tem entre 3 e 5 cm de comprimento e antes da flor tem duas brácteas. As sépalas do cálice são longas e glabras. As pétalas, por norma, são ovadas, e as suas dimensões são aproximadamente 15 mm por 18 mm, finamente pubescente na margem superior. Os estames são constituídos pelos filamentos e pelas anteras, os filamentos são livres e com comprimento uniforme, as anteras são elipsóides e amarelas, e tem 0,5 mm de comprimento. O ovário é sésil, fino, com 6 mm de comprimento, púbere com 5-8 óvulos.

As vagens do chícharo, ao nível do comprimento, variam entre 2,5 cm e 4,5 cm, ao nível da largura, variam entre 0,6 cm e 1 cm e cada vagem contém entre 3 a 5 sementes. Estas são ligeiramente curvas e alongadas, lisas, porém ligeiramente salientes sobre as sementes.

As sementes têm entre 4 mm e 7 mm de diâmetro, têm forma de cunha. A cor pode ser branca, cinza-castanhada amarelo.

### 2.3. Origem da espécie

Vários autores afirmavam que a origem *Lathyrus sativus* era desconhecida, pois pensava-se que a distribuição natural tinha sido obscurecida pelo cultivo, mesmo no sudoeste da Ásia Central, o seu centro de origem presumível (Campbell, 1997).

Existem registos arqueológicos desta leguminosa entrar na alimentação humana há vários milhares de anos, em diversos pontos do mundo. No entanto, a combinação de provas arqueológicas e fitogeográficas levam à conclusão de que a origem do cultivo de *Lathyrus sativus* está localizado na península balcânica, no início do Neolítico (Campbell, 1997).

## 2.4. Propriedades

### 2.4.1. Composição

Não existem muitos estudos sobre os aspetos nutricionais do chícharo. Rotter et al. (1991) analisou a composição nutricional do chícharo de quatro amostras crescidas em Manitoba, no Canadá. A composição apresentada por este encontra-se na tabela 2 (Campbell, 1997).

Observa-se que possui perto de metade do conteúdo de amido e  $\frac{1}{4}$  de proteína, com a água a representar perto de 8% do seu teor.

Tabela 2: Composição nutricional do chícharo (Campbell, 1997)

Componentes	Teor
Água (%)	7.5 -82
Amido (%)	48-52.3
Proteína (%)	25.6-28.4
Cinzas (%)	2.9 -4.6
Gordura (%)	0.58-0.8
Cálcio (mg/kg)	0.07-0.12
Lisina (mg/kg)	18.4-20.4
Treonina (mg/kg)	10.2-11.5
Metionina (mg/kg)	2.5-2.8
Cisteína (mg/kg)	3.8-4.3

### 2.4.2. Propriedades anti-nutricionais e tóxicas

Na Etiópia e no subcontinente indiano, o chícharo é um alimento de sobrevivência durante as alturas de seca, sendo a fonte mais barata de proteína, salvando, deste modo, a vida a milhares de pessoas. Porém, é uma aparente bênção, pois o prolongado consumo em excesso, numa dieta desequilibrada e deficiente em metionina e cisteína, pode esgotar a glutatona do corpo, uma das nossas principais defesas metabólicas contra o stress oxidativo, podendo causar neurolatirismo (Campbell, 1997; Lambein et al., 2001) .



Outro fator que aumenta a probabilidade do aparecimento do neurolatirismo, quando conjugado com o consumo excessivo de chicharo, numa dieta desequilibrada em cisteína e metionina, é qualquer trabalho físico pesado (Lambein et al., 2001).

A característica principal do neurolatirismo é o aparecimento súbito da paraparésia espática simétrica dos músculos da pantorrilha, paralisando, deste modo, os membros inferiores, sendo este estado irreversível. Esta doença não causa a morte nem afeta a parte cognitiva (Lambein et al., 2001).

A substância presente no chicharo que causa o neurolatirismo é a neurotoxina  $\beta$  - ODAP (  $\beta$  -N- oxalilo -L-  $\alpha$  ,  $\beta$  - diaminopropiônico), identificada pela primeira vez em *L. sativus* por Bell em 1962. (Campbell, 1997), quando conjugada com outros fatores referidos anteriormente. A metionina é o aminoácido essencial, isso significa que o nosso corpo não a consegue produzir. Já a cisteína é não essencial, ou seja, o nosso corpo consegue produzir, porém o nosso corpo fabrica este aminoácido através da metionina. Apesar do chicharo ser uma fonte rica em proteína, tem uma percentagem reduzida no que diz respeito a metionina e cisteína (Lambein et al., 2001).

Esta neurotoxina encontra-se presente em todas as partes da planta, independentemente da sua idade ou variedade, porém a concentração máxima foi observada na folha, no estágio vegetativo e no embrião na fase reprodutiva (Campbell, 1997).

Existem três abordagens possíveis que podem reduzir a incidência do neurolatirismo:

- i) melhor diversificação da dieta (Lambein et al., 2001);
- ii) reduzir o teor de toxina nas plantas, recorrendo à biotecnologia. No entanto, este metabolito multifuncional é fortemente afetado pelo ambiente, pois uma variedade desenvolvida no Canadá, com níveis muito baixos de  $\beta$  - ODAP, perdeu essa característica quando plantada no solo rico em ferro, de origem vulcânica, nas terras altas da Etiópia (Lambein et al., 2001);
- iii) desenvolvimento de novas cultivares com maiores teores de metionina / cisteína (Lambein et al., 2001);

Para além da neurotoxina, tem taninos condensados. Os taninos condensados são responsáveis pela adstringência do chicharo, e pela formação de complexos de

Os taninos condensados não estão presentes em todas as variedades de sementes, sementes com baixa concentração de taninos, também têm baixa concentração de outros compostos fenólicos (Campbell, 1997).

Existe uma relação entre a cor da semente e a concentração de taninos, sementes de cor branca ou bege têm concentração muito baixa ou mesmo nula de taninos, em contraste, as sementes marrom escuro e pretas tem uma concentração de taninos mais elevada (Campbell, 1997).

A cor da flor da planta *L. sativus* é geralmente altamente correlacionada com a cor da semente. As plantas cujas flores são de cor azul, rosa ou vermelha, geralmente as suas sementes são coloridas, as que possuem flores brancas estão associadas a sementes de cor branca e bege. A seleção da cor da flor deve, portanto, ser útil no desenvolvimento de linhas com baixos níveis de taninos condensados e compostos fenólicos na planta *L. sativus* (Campbell, 1997).

Em Portugal, o chícharo consumido é de cor bege-branco.

## 2.5. Aplicações

Esta leguminosa já entra na alimentação humana desde do neolítico Tem sido usada na sua forma original em alguns pratos culinários, em alguns países o chícharo é moído e a sua farinha é utilizada para fazer um molho e um género de pão de ázimo / panqueca (Campbell, 1997).

Todavia, a *Lathyrus sativus* não é exclusivamente usado para a alimentação humana. Também é utilizada como forragem, como alimento para animais e como adubo verde. A razão pela qual é um fixador utilizada como adubo, deve-se ao facto deste tipo de cultura ser de azoto por excelência, comparativamente com outras culturas alimentares, logo vai melhorar a fertilidade do solo para culturas subsequentes, aumentando assim o valor económico do solo (Lambein et al., 2001).

## **2.6. Germinação**

O chícharo por ser uma leguminosa pode ser germinada e desse modo tornar-se mais rico do ponto de vista nutricional.

Os alimentos germinados, ou rebentos são sementes e leguminosas, que deram início ao processo de criação de uma nova planta. Para tal é necessário estarem reunidas as condições ideais de temperatura, de disponibilidade de água e oxigénio (Seabra, 2013).

Iniciando-se a germinação, a semente ou leguminosa produz diferentes compostos e altera a estrutura dos seus constituintes, que terão como finalidade criar e alimentar a nova planta (Seabra, 2013).

Os alimentos germinados são ricos do ponto de vista nutricional pois são de mais fácil digestão, pois terão menos factores anti-nutricionais (compostos que impedem a absorção de alguns nutrientes), e para além disso o seu teor vitamínico, mineral e proteico aumenta (Seabra, 2013).

## **3. O Pão**

O pão é um alimento base na alimentação humana e transversal a várias culturas. A sua história e o seu surgimento acompanha a história da humanidade, ou seja, o seu nascimento está diretamente relacionado com o aparecimento da civilização, pois a produção intencional dos cereais que lhe podem dar origem iniciam-se aquando da sedentarização, a produção vai evoluindo a par e passo com a humanidade, Atravessando grandes civilizações, tais como a Egípcia, Grega e Romana e evoluindo com estas e com as seguintes civilizações e culturas, até chegar à atualidade. Este alimento, ao longo da história da humanidade, assumiu vários papéis, económicos, políticos e ideológicos (Sales, 2010).

Atualmente, a população dos países industrializados vai buscar ao pão 50% dos hidratos de carbono necessários por dia, um terço das proteínas e aproximadamente 50 % das vitaminas do complexo B (Belitz, Grosch, & Schieberle, 2008).

Os cereais mais utilizados no fabrico de pão são o trigo, o centeio, o arroz, a cevada, o milho e a aveia. O trigo e o centeio têm um papel indispensável no fabrico de pão, pois possuem glúten, no entanto o centeio tem uma quantidade menor de glúten. O

facto de terem glúten faz com que a massa tenha uma boa extensibilidade e que resulte daí um pão com uma boa textura e aparência (Ciência viva, 2009) .

Os ingredientes essenciais para o fabrico do pão são a farinha de trigo, a água, o sal e a levedura de padeiro. Existem muitos tipos de pão, como por exemplo os pães de aveia, de girassol, de soja e de arroz. Contudo, todos estes contêm os ingredientes essenciais para o fabrico de pão (Ciência viva, 2009),

A farinha de trigo contém inúmeros compostos, que afetam a qualidade final do pão. Mas, só serão aqui abordados os mais relevantes: o amido e as proteínas (Ciência viva, 2009).

O amido constitui aproximadamente 70% da farinha de trigo, este é constituído por cadeias dum açúcar, a glucose. Estas cadeias podem ser ramificadas ou lineares. As ramificadas são designadas de amilopectina e as lineares de amilose (Ciência viva, 2009).

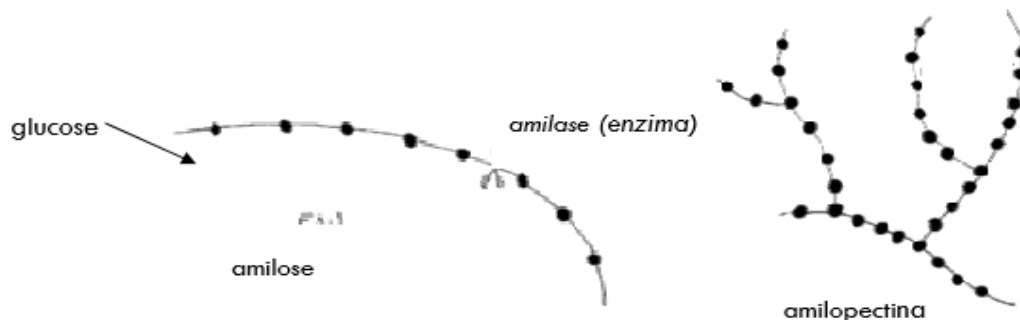


Figura 3: Cadeias de glucose que constituem o amido (Ciência viva, 2009)

Estas são responsáveis por uma estrutura semi-cristalina, bem forte, que se denomina grânulo (Ciência viva, 2009).

Nas farinhas existem enzimas, as amílases, que cortam essas cadeias, dando origem a açúcares livres (Ciência viva, 2009).

As proteínas de trigo são diferentes das dos outros cereais, pois quando se adiciona água à farinha e se amassa, a fração não solúvel, que é composta por dois tipos de proteínas, as gliadinas e as gluteninas, forma uma rede. Esta rede, conhecida por glúten detém a função fundamental de reter o gás formado, função importante para que o pão seja elástico (Ciência viva, 2009).

Na industria de panificação e a outras ligadas a esta, classifica-se as farinhas de fraca a muito forte. Esta classificação é feita de acordo com a capacidade da farinha sofrer um tratamento mecânico ao ser misturada com a água, e também, de acordo capacidade de absorção de água pelas proteínas formadoras de glúten, e ainda com a capacidade de retenção do gás carbónico (Assis, 2009).

As farinhas de trigo consideradas fortes podem ser misturada com outras farinhas que origem não advenha do trigo, sem afetar a qualidade do produto final e sem precisar fazer grandes modificações, com o objetivo de enriquecer nutricionalmente o produto final(Assis, 2009).

A água dissolve os compostos solúveis. No entanto, também se liga aos outros componentes, como é o caso das proteínas que constituem o glúten e o amido. Para além disso, também é necessária nas reações enzimáticas (Ciência viva, 2009).

O sal é dissolvido pela água, desagregando os iões de sódio e cloreto. Este, para além do sabor que traz ao pão, também reforça as ligações entre as cadeias de proteína que constituem o glúten (Ciência viva, 2009).

O fermento é constituído pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*. As leveduras, através da fermentação, consomem os açúcares livres originários do amido, dando origem ao álcool etílico, ao dióxido de carbono e outros compostos. O dióxido de carbono só se acumula dentro da massa se o glúten tiver a capacidade de o reter. A massa vai expandir dada a sua elasticidade. No momento em que a massa alcança o volume desejado, é colocada no forno. Ao longo do processo de cozedura, ocorrem uma série de processos à medida que a temperatura aumenta, assim resumidos:

- |       |            |   |
|-------|------------|---|
| i.    | 30 °C      | expansão do gás e aumento da produção enzimática de açúcares        |
| ii.   | 50-60 °C   | fim da atividade das leveduras e forte atividade enzimática         |
| iii.  | 60-80 °C   | coagulação das proteínas; gelatinização do amido                    |
| iv.   | 100 °C     | evaporação de água, libertação de vapor de água e formação da côdea |
| v.    | 110-120 °C | formação de dextrinas na côdea                                      |
| vi.   | 130-140 °C | formação de dextrinas – escurecimento                               |
| vii.  | 140-150 °C | reações de caramelização  |
| viii. | 150-200 °C | reações de Maillard   |

## **4. Material e métodos**

### **4.1. Desenvolvimento experimental de formulações de pão com chicharo**

#### **4.1.1. Desenvolvimento das farinhas de chicharo**

Antes de chegar à formulação do pão de chicharo, para se implementar o processo à escala industrial, era necessário desenvolver o processo de fabrico da farinha de chicharo. Com o objetivo de estudar alternativas com sabor e composição nutricional diferentes, foram preparadas três farinhas de chicharo: (i) a primeira foi a partir de chicharo cru; (ii) outra a partir de chicharo cozido, onde parte dos compostos adstringentes e da toxina seriam perdidos; (iii) e a partir de chicharo germinado, processo que leva à eliminação de fatores anti-nutricionais.

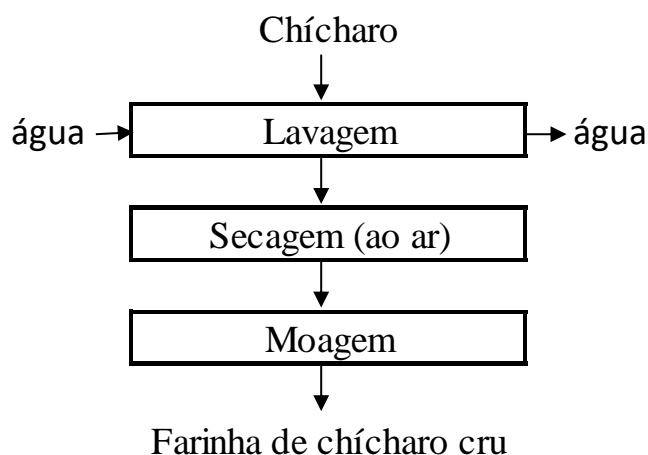


Figura 4: Fluxograma da preparação de farinha de chicharo cru

Na produção da farinha de chicharo cru, o chicharo é lavado e depois é seco ao ar, a 25°C, durante 24h e por fim realiza-se a operação de moagem.

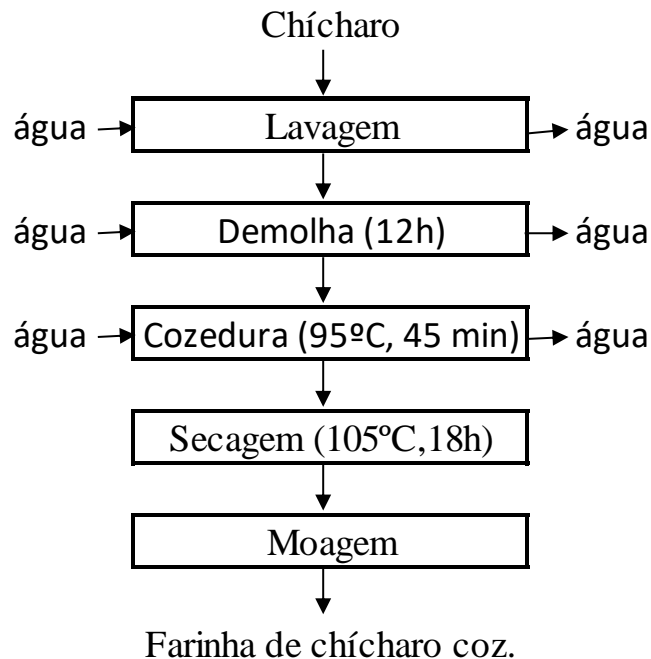


Figura 5: Fluxograma da farinha de chícharo cozido

Na produção da farinha de chícharo cozido, primeiro, este é lavado, seguindo-se a operação de demolha que dura 12h. De seguida, realiza-se a operação de cozedura que dura 45min, a 95°C. Segue-se a secagem, que consiste na colocação do chícharo cozido numa estufa a 105°C durante 18h, onde tem de ser mexido frequentemente para evitar aglomeração. Por fim, realiza-se a moagem.

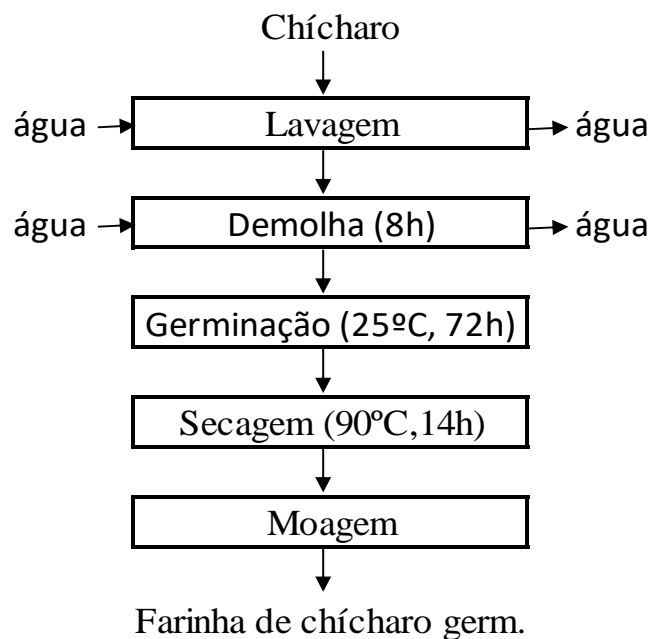


Figura 6: Fluxograma da farinha de chícharo germinado

Na produção da farinha de chicharo germinado, este primeiro é lavado e depois é demolido durante 8h. Esta operação vai acelerar a germinação, e vai possibilitar que todos os grãos germinem em simultâneo.

Segue-se a operação de germinação. Para promover a germinação, coloca-se o chicharo sobre algodão com água, numa estufa a 25°C, ou coloca-se este numa estufa com humidade controlada. Segue-se a secagem numa estufa a 90°C durante 14 horas e, por fim, a moagem.

A obtenção da farinha de chicharo germinado não foi um processo imediato. Nas primeiras experiências, alguns dos chicharos entraram em decomposição, antes de germinarem. A germinação demorava muitos dias, e os chicharos tinham tempos diferentes de germinação. Repetiu-se, várias vezes, esta experiência testando temperaturas e tempos de germinação diferentes, muitas vezes obtendo o mesmo resultado, até se introduzir a operação da demolha. Esta operação veio acelerar a germinação e, para além disso, veio fazer com que todos chicharos tivessem no mesmo estado de germinação.

#### 4.1.2. Desenvolvimento da formulação do pão

O objetivo deste trabalho era produzir um pão que contivesse chicharo, de modo a desenvolver um novo produto base de chicharo, e assim promover a empresa impulsionadora do projeto, bem como o concelho de Alvaiázere como a capital do chicharo.

Alcançadas as farinhas de chicharo, facilmente se chegaria a um pão à base de chicharo, por isso pensou-se em ir mais longe, e fazer-se um pão que tivesse em conta a percentagem de cada aminoácido necessário à vida humana, podendo ser este inserido numa dieta vegetariana, sendo este mais uma fonte de proteína, sem o risco de causar stress oxidativo.

A dificuldade em fazer um pão com estas características prende-se com o facto do chicharo conter uma quantidade reduzida de metionina, e o trigo, bem como outros cereais, conterem também uma concentração muito reduzida. Os alimentos ricos em metionina são, na sua maioria, de origem animal, porém existem alguns alimentos de origem vegetal com uma quantidade considerável de metionina como as sementes de abóbora. Era necessário incluir uma fonte de metionina, porém, como era desejável que



ESAC-Mestrado de Engenharia alimentar  
Relatório de Estágio Profissionalizante - Desenvolvimento de pão à base de chícharo  
Catarina Oliveira  
o consumidor reconhecesse como alimento benéfico para a saúde, pensou-se então nas sementes, agora utilizadas conhecidas como superalimentos.

Procurou-se uma opção que não encarecesse muito o produto, chegou-se então às sementes de linhaça.

Foram testadas então 4 formulações, utilizando os três tipos de farinha de chícharo obtendo assim 12 produtos.

Foram testadas as seguintes formulações:

#### Formulação A

150g de farinha de chícharo  
150g de farinha de linhaça  
250g de farinha de trigo  
400ml de água  
50g de melhorante

#### Formulação B

150g de farinha de chícharo  
150g de farinha de linhaça  
350g de farinha de trigo  
450ml de água  
50g de melhorante  
20g de sal  
20g de fermento

#### Formulação C

150g de farinha de chícharo  
150g de farinha de linhaça  
350g de farinha de trigo  
450ml de água  
50g de melhorante

ESAC-Mestrado de Engenharia alimentar  
Relatório de Estágio Profissionalizante - Desenvolvimento de pão à base de chícharo  
Catarina Oliveira

20g de sal

20g de fermento

Formulação D

90g de farinha de chícharo

460g de farinha de trigo

400ml de água

50g de melhorante

20g de sal

20g de fermento

Depois de se testar as quatro formulações, chegou-se à conclusão que os pães, que na sua formulação continham linhaça, se desfaziam, ou seja não tinham a consistência desejada, restringiu-se o trabalho ao objetivo inicial, que era fazer um pão à base de farinha de chícharo. Então foram testada duas fórmulas tendo por base a formulação D.

Formula 1

920 g de farinha de trigo

180g de farinha de chícharo

800ml de água

100g de melhorante

20g de sal

40g de fermento

Formula 2

1040g de farinha de trigo

90g de farinha de chícharo

800 ml de água

100 g de melhorante

20 g sal

40 g fermento

## **4.2. Análise sensorial**

Na Norma Portuguesa 4263 (1994) a análise sensorial é definida como “exame das características organoléticas de um produto pelos órgãos dos sentidos”.

Como se estava a desenvolver um novo produto, entendeu-se que a prova sensorial mais adequada seria uma prova afetiva. Dentro das provas afetivas, optou-se por uma prova de medição do grau de satisfação, pois tinha mais de dois produtos provenientes de várias formulações. Como era uma prova afetiva, os provadores eram não treinados. Parte desta análise sensorial decorreu na sala de provas da Escola Superior Agrária de Coimbra, nas melhores condições. A outra parte desta análise ocorreu no centro cultural do município de Pussos, concelho de Alvaiázere as condições não eram as ideais. Na realização da análise sensorial no centro cultural de Pussos, foram utilizadas cabines de voto, para garantir que não haveria contacto entre os provadores durante a prova. A sala não tinha uma luminosidade adequada, os provadores realizaram a prova de pé e não tinha passa pratos. A razão pela qual se realizou parte desta análise sensorial no município de Pussos, foi a de ter um painel de provadores com idades diferentes e que conhecessem o sabor do chicharo.

A folha de prova foi a mesma na Escola Superior Agrária de Coimbra e no Centro Cultural de Pussos, encontra-se no anexo 1.

## **4.3. Análises físicas**

### **4.3.1. Alveograma de Chopin**

Os alveogramas realizam-se num Álveografo de Chopin. Nesta análise simula-se o comportamento da massa durante a fermentação (Antunes, n.d.; Gutkoski, Nodari, & Neto, 2003) .

A finalidade de realizar um alveograma é avaliar as características plásticas das farinhas através da quantificação dos seguintes parâmetros analíticos:

#### **Tenacidade ( P )**

O valor deste parâmetro corresponde altura da curva alveográfica em mm, multiplicada por 1,1. Este parâmetro é relativo ao impacto necessário para provocar a rutura num material. Existe um relacionamento deste parâmetro com a capacidade da farinha absorver água (Antunes, n.d.; Gutkoski et al., 2003; Pikus, Jamroz, Olszewska, & Włodarczyk-Stasiak, 2005).

#### **Elasticidade/ extensibilidade (L)**

Na curva alveográfica, a elasticidade ou extensibilidade é representada pela longitude da curva, e o resultado é expresso em mm. A extensibilidade é a capacidade de a massa esticar e não voltar à forma original.

Este parâmetro está relacionado com a capacidade da massa reter o gás produzido durante a fermentação (Antunes, n.d.; Gutkoski et al., 2003; Pikus et al., 2005).

### **Força (W)**

O W revela o trabalho mecânico necessário para expandir a bolha até à rutura, expressa em  $10^{-4}$  J (Antunes, n.d.; Gutkoski et al., 2003; Pikus et al., 2005).

### **Equilíbrio da farinha ( P/L)**

Este parâmetro é a razão entre a tenacidade (P) e a extensibilidade (L) que representa o equilíbrio entre as duas propriedades. Quando valor da razão é superior a 1,0 a massa é tenaz, do mesmo modo quando o valor da razão é inferior a 1,0 a massa é extensível (Cezar, 2012).

Para a indústria de panificação o ideal é que as farinhas sejam balanceadas ou seja com um P/L entre 0,50 e 1,20 (Cezar, 2012).

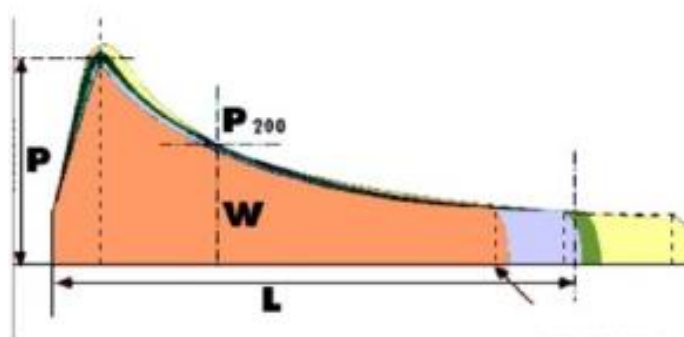


Figura 7: Curva tipo alveograma (Pikus et al., 2005)

### **4.3.2. Ensaio promilógrafico**

Os ensaios promilógraficos, realizaram-se num Promilógrafo de Max Egger - Austriaco, o resultado obtido denomina-se de promilograma.

ESAC-Mestrado de Engenharia alimentar  
Relatório de Estágio Profissionalizante - Desenvolvimento de pão à base de chicharo  
Catarina Oliveira

Este ensaio baseia-se na rápida gelatinização de uma mistura de farinha e água e na medida de degradação do amido por ação  $\alpha$ -amílase em condições semelhantes às da cozedura do pão.

O procedimento dos ensaios consta no anexo 3.

A enzima de maior importância do ponto de vista tecnológico da farinha é a  $\alpha$ -amílase, pois vai influenciar o processo de panificação. A presença em elevada quantidade  $\alpha$ -amílase, indica que os grãos, mesmo não se verificando alterações visíveis, iniciaram o estágio de germinação, devido à humidade excessiva do ambiente durante a colheita ou armazenagem (Cezar, 2012).

De acordo com o nível de germinação, a quantidade de  $\alpha$ -amílase pode ser elevado, normal ou baixo como se pode ver nas imagens 6,7 e 8.

Quanto maior a atividade da  $\alpha$ -amílase, menor será o valor do promilograma.

Para alcançar o valor exato do promilograma, retira-se do gráfico um valor através de um esquadro apropriado à leitura gráfica, os valores são lidos em unidades promilográficas(UP).

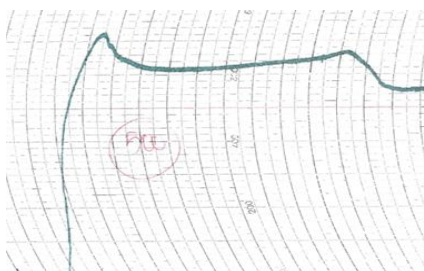


Figura 8: Promilograma Alto, farinha de trigo pouco ou nada germinada

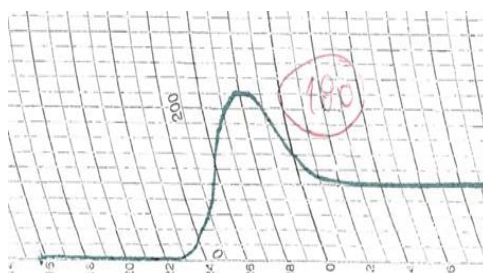


Figura 9: Promilograma baixo, farinha de trigo muito germinada

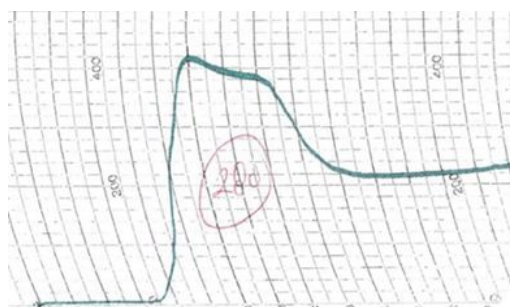


Figura 10: Promilograma normal

A  $\alpha$ -amílase vai influenciar o volume e textura final dos pães.

Farinhas com elevada presença de  $\alpha$ -amílase, produzem um pão com baixo volume e miolo pegajoso (Piekarski, 2009).

Farinhas com baixa atividade enzimática originam pães com volume reduzido e miolo seco (Piekarski, 2009).

Conclui-se que a quantidade equilibrada de  $\alpha$ -amílase, durante a fermentação da massa, é necessária para uma produção correta de açúcares, que garantam a quantidade necessária de substrato para uma fermentação adequada, de modo a que o pão obtenha o volume, a cor e o aroma desejado durante a cozedura (Piekarski, 2009).

#### 4.3.3 Atividade de água

Atividade de água ( $a_w$ ) é o parâmetro que mede a disponibilidade de água livre no alimento. O valor da mesma é a razão entre a pressão parcial de vapor de água contida no alimento (P) e a pressão parcial de vapor de água pura ( $P_o$ ), e também está relacionado com a humidade relativa do ambiente, a uma dada temperatura, ou seja:

$$aW = \frac{P}{P_o} = \frac{HR}{100}$$

O resultado da equação anterior pode variar entre 0 e 1. A atividade de água vai influenciar reações químicas, alterações enzimáticas e crescimento microbiano nos alimentos (Celestino, 2010).

Esta análise realizou-se nos lacticínios na ESAC, recorrendo ao equipamento Rotronic-hygroskop BT e á célula WA-14TH. As amostras foram colocadas nesta célula e aguardou-se até o valor da  $a_w$  ser constante (aproximadamente 4 horas).

### 4.4. Composição química

#### 4.4.1. Humidade

A determinação da humidade dos alimentos é muito importante, visto que este parâmetro está relacionado com a estabilidade, qualidade e composição dos mesmos (Celestino, 2010).

Para a determinação do teor de humidade, o pão e as farinhas foram secos numa estufa a 105°C até o peso ser constante (Celestino, 2010).

$$Humidade\% = \frac{m - ms}{ms} * 100$$

Conjunto= peso cadinho +peso da mostra

m= Massa inicial da amostra, antes da secagem = peso do conjunto antes da secagem – peso do cadinho

ms= Massa final da amostra, depois da secagem= peso do conjunto depois da secagem – peso do cadinho

#### 4.4.2. Cinzas

As cinzas são os resíduos inorgânicos da amostra constituídos por sais minerais, estes permanecem após a queima contrariamente à matéria orgânica que é transformada em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e NO<sub>2</sub> (Condeira, 2011).

Esta análise é realizada numa mufla, geralmente a 550°C, mas no caso de farinha de trigo, não chega para eliminar a matéria orgânica, nesse caso é necessário 900°C. Em anexo, encontra-se todo o procedimento desta análise (Condeira, 2011).

$$Cinzas(\%) = m_2 * \frac{100}{m_1} * \frac{100}{100 - H}$$

Onde:

m<sub>1</sub> – A massa da toma para análise expressa em g

m<sub>2</sub> – A massa da cinza expressa em g

H – Teor de água da amostra expresso em percentagem (Condeira, 2011) .

#### 4.4.3. Proteína

Realizou-se a análise à proteína com o intuito de verificar se existia diferença entre as farinhas de chicharo, ao nível do teor da proteína.

Para analisar a proteína, recorri ao método Kjeldahl, o procedimento deste método encontra -se no anexo 6.

A determinação do nitrogênio total, foi proposto por Kjeldahl em 1883, o facto de ser utilizado, nos dias de hoje, deve se ao facto de ser uma técnica confiável, com rotinas bem estabelecidas(Castro, 2011).

Este método tem por base a decomposição de matéria orgânica por meio da digestão da amostra a 400°C com ácido sulfúrico concentrado, usando sulfato de cobre como catalisador, de modo a acelerar a oxidação da matéria orgânica. O azoto existente na solução ácida obtida é determinado por destilação, e para concluir realiza-se uma titulação com ácido diluído. As reações químicas que se concretizam ao longo do método constam na figura 9(Castro, 2011).

El método de Kjeldahl consta de las siguientes etapas:

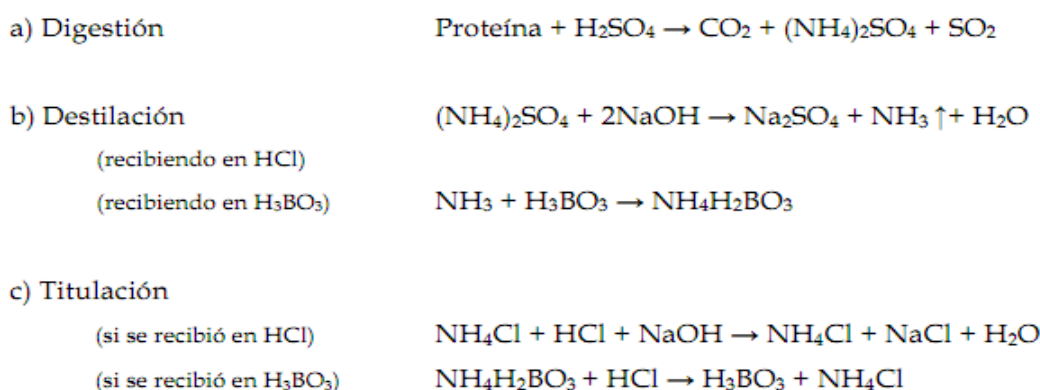


Figura 11:Reações ocorridas ao longo da análise á proteína(Castro, 2011)

Por fim calcula-se o azoto total, segundo a seguinte fórmula:

$$NT = \frac{(V_a - V_b) * F * 0.014 * 100}{P1}$$

Onde:

NT – teor de nitrogênio total na amostra, em percentagem;

Va – volume da solução de ácido clorídrico ;

gasto na titulação da amostra, em mililitros;

Vb – volume da solução de ácido clorídrico ;

gasto na titulação do branco, em mililitros;

F – fator de correção para o ácido clorídrico 0,01 mol/L;

P1 – massa da amostra (em gramas);



Para determinar a proteína bruta utiliza-se a seguinte equação:

$$PB = NT * Fn$$

PB – teor de proteína bruta na amostra, em percentagem;

Fn– Fator para o cálculo da proteína bruta

(Castro, 2011)

O fator geralmente utilizado no cálculo da proteína é 6.25. Este valor só é correto utilizar quando todo o azoto presente for de natureza proteica e a percentagem de azoto da proteína for de 16%. Certamente estes condicionalismos não se confirmam na maioria dos alimentos, surgindo nesse caso a necessidade de se adotarem outros coeficientes para além de 6,25 para determinados alimentos (“Analytical methods for proteins in foods,” 2003).

A FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) aconselha o uso do fator 6,25, quando não se tenha estudos reconhecidos que indiquem outro fator, no entanto, também se aconselha que deve ser corretamente assinalado na apresentação dos resultados qual o coeficiente utilizado nos cálculos (“Analytical methods for proteins in foods,” 2003).

#### 4.4.4. Fósforo

Quando se optou por analisar o fósforo, o objetivo era determinar a existência/abundância de ácido fítico no chicharo uma vez que a maior parte do fósforo, nas plantas, está sob a forma de ácido (Quirrenbach, Kanumfre, Rosso, & Filho, 2009). O objetivo em realizar-se esta análise era verificar se o ácido era afetado pela germinação ou cozedura.

Para realizar-se a determinação do fósforo, inicialmente prepara-se a solução de vendato-molibdato e a solução padrão de ortofosfatos com a finalidade de se realizar o procedimento da curva padrão e desse modo obter a mesma. Para alcançar-se a reta de calibração recorre-se a espectrofotometria a 470 nm de comprimento de onda.

Para determinar o fósforo em amostras solidas é necessário realizar a digestão ácida das amostras. As amostras depois de digeridas são filtradas para balões de diluição de 50 ml e neutralizadas com 3 gotas de uma solução alcoólica de fenolftaleína a 1%.

De seguida, a cada amostra adiciona-se uma solução de hidróxido de sódio 10N gota a gota até a mistura ficar com uma cor rosada, perfaz-se o volume do balão de diluição (50 ml) com água destilada.

Pipeta-se 35 ml de amostra para um balão volumétrico de 50 ml e adiciona-se 10 ml da solução de vanadato-molibdato. Posteriormente, completa-se o volume com água destilada. Por fim, aguarda-se 10 min pelo desenvolvimento da cor e procede-se à leitura da absorvância correspondente à cor desenvolvida em espectrofotómetro a 470 nm de comprimento de onda.

O procedimento da análise ao fósforo encontra-se mais detalhado no anexo 7.

## **5. Resultados e Discussão**

### **5.1. Análise sensorial**

Finalizada a análise sensorial, efetuou-se a análise de dados. Começou-se por caracterizar os provadores, seguiu-se a análise às preferências dos provadores quanto às amostras.

A caracterização dos provadores, quanto à idade e ao género é apresentada nas figuras 10 e 11. Constata-se que a maioria dos provadores, estão na faixa etária dos 21 e 30 anos. A maior parte dos provadores era do género feminino.

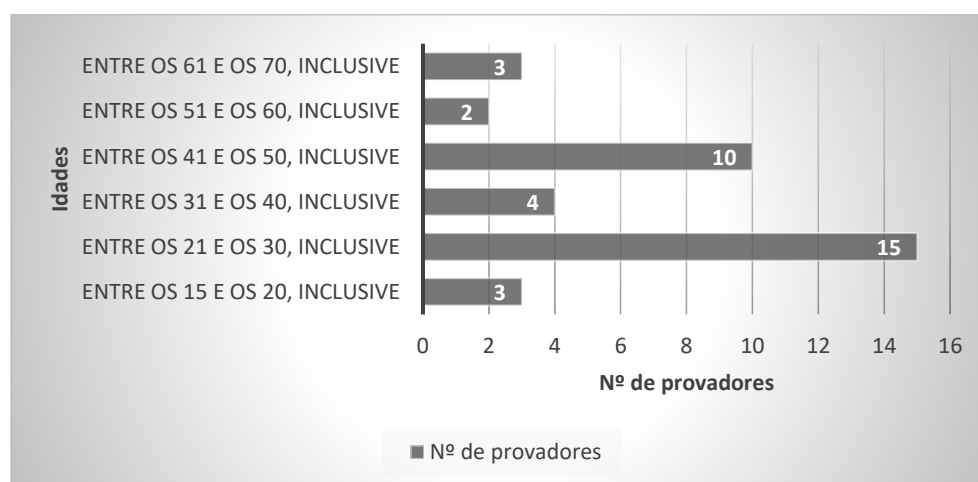


Figura 12: Caracterização dos provadores quanto à idade

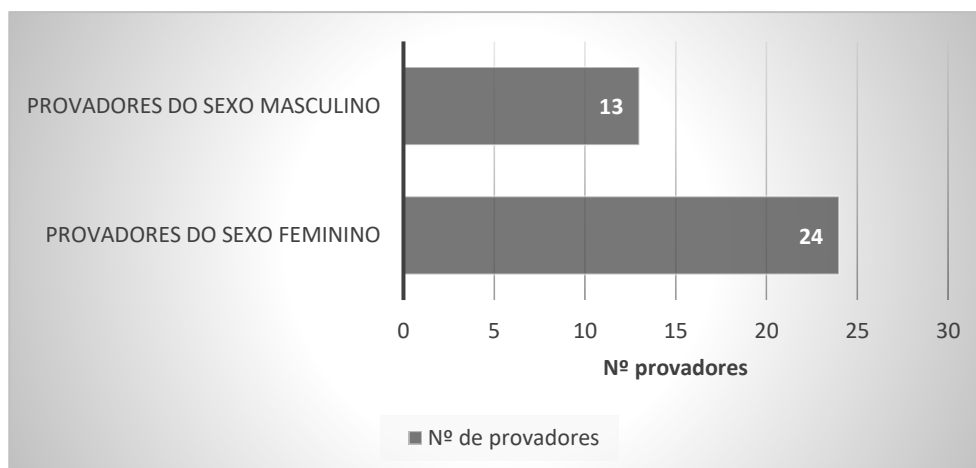


Figura 13: Caracterização dos provadores quanto ao gênero

Quanto ao aspeto, as amostras 531 e 315, que correspondem ambas ao pão com formulação 2 com farinha de chicharo cru, foram as que obtiveram a maior preferência dos provadores, porém esta preferência não foi estaticamente significativa ( $p>0,05$ ).

No que diz respeito ao aroma, as amostras 223 e 322, que correspondem ambas ao pão com formulação 2 com farinha de chicharo cozido, foram as que obtiveram a maior preferência dos provadores, não sendo, contudo, uma diferença significativa ( $p>0,05$ ).

À semelhança do aspeto e do aroma, também no sabor não houve uma amostra que os provadores preferissem significativamente, mas as que reuniram a maior preferência foram as amostras 803 e 380 que correspondem ao pão feito com base na formulação 1, com farinha de chicharo cru.

Também ao nível da textura não houve uma amostra que os provadores preferissem nitidamente, mas as que reuniram a maior preferência foram as amostras 531 e 315 que correspondem ao pão feito com base na formulação 2, com farinha de chicharo cru.

Por fim, a nível geral, os provadores preferiram a amostra 803 e 380 que corresponde ao pão de chicharo realizado com base na formulação 1, utilizando a farinha de chicharo cozido.

Para além do quadro que na folha de prova avaliava o grau de satisfação, havia mais 2 questões para comentários:

- Qual amostra que mais gostou? Porquê?
- Qual amostra que menos gostou? Porquê?

- Comentários

As respostas às duas primeiras questões constam nas figuras 12 e 13.

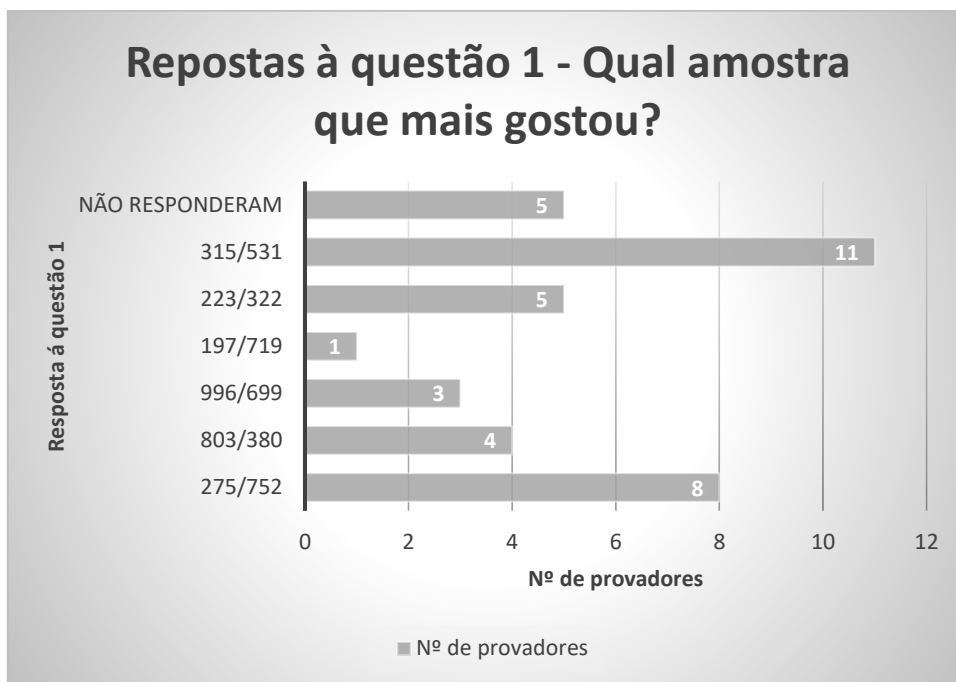


Figura 14: Respostas à questão 1, de análise sensorial

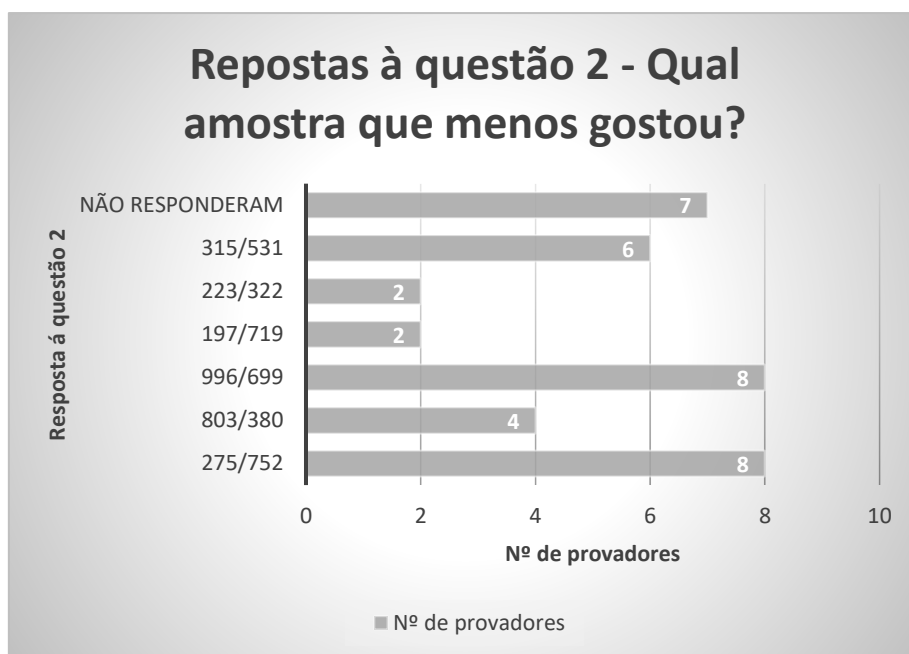


Figura 15: Respostas à questão 2, de análise sensorial

Segundo, a questão 1 a maioria dos provadores gostaram mais das amostras 531 e 315 que correspondem ambas à formulação 2 com farinha de chicharo cru.

Segundo, a questão 2 a maioria dos provadores gostaram menos das amostras 996 e 699 que correspondem ambas à formulação 1 com farinha de chicharo normal para além destas também gostaram menos das amostras 275 e 752 que correspondem à formulação 1 com farinha de chicharo germinado.

Curiosamente, a resposta à questão 1, não coincide com os resultados do quadro de grau satisfação. Este facto bem como a situação das preferências não serem estatisticamente significativas, vêm justificadas nos comentários, pois a maioria dos provadores acharam todas as amostras muito semelhantes.

## **5.2. Análises físicas**

### **5.2.1. Alveograma de Chopin**

Na tabela 4 constam os resultados dos alveogramas realizados da mistura da farinha de trigo com a farinha de chicharo cru, com farinha de chicharo cozido e com a farinha de chicharo germinado, bem como só da farinha de trigo.

A farinha de trigo utilizada nas misturas é forte pois o parâmetro alveográfico W é elevado. Classifica-se uma farinha de forte quando esta para o parâmetro W tem valores superiores a  $300 \cdot 10^{-4}$  J (Menegusso, Viecili, Pauly, & Ferreira, n.d.). O facto da farinha de trigo ser tão forte é justificado por a farinha de trigo ser corrigida. A farinha corrigida é definida como a “farinha resultante da sua mistura com outros ingredientes, aditivos e auxiliares tecnológicos com o objectivo de garantir a sua estabilidade funcional” (Portaria n.º254/2003, 2003)

Na tabela 4, no parâmetro W, nas formulações os valores são inferiores aos da farinha de trigo. As formulações que contêm maior quantidade de farinha chicharo obtiveram um valor menor para o parâmetro W. Posto isto, pode-se afirmar que a farinha chicharo vai tornar a farinha trigo mais fraca.

Contrariamente o parâmetro P/L das formulações é superior ao do trigo, este facto é justificado por o chicharo ir reduzir muito a extensibilidade (L) e não alterar significativamente a tenacidade (P).

ESAC-Mestrado de Engenharia alimentar  
Relatório de Estágio Profissionalizante - Desenvolvimento de pão à base de chicharo  
Catarina Oliveira

Tabela 3: Resultados do alveograma

Tipos de farinha/Formulações	W ( $10^{-4}$ J)	P/L (mm/mm)
Formulação 1 com farinha de chicharo cru - F1CR	135,05	2,58
Formulação 2 com farinha de chicharo cru - F2CR	169,85	2,18
Formulação 1 com farinha de chicharo cozido - F1CZ	153,95	4,18
Formulação 2 com farinha de chicharo cozido - F2CZ	198,95	4,02
Formulação 1 com farinha de chicharo germinado - F1GR	166,2	4,97
Formulação 2 com farinha de chicharo germinado - F2GR	201,25	3,30
Farinha de trigo corrigida	334,75	1,81

Das três farinhas de chicharo, segundo a tabela 4, as que enfraquecem menos a farinha de trigo são as farinhas de chicharo germinado ou cozido, mas também são estas que vão provocar uma maior redução na extensibilidade (L).

Os resultados ideais no alveograma da farinha para as diferentes categorias de produto são apresentados na tabela 5.

Tabela 4: Resultados teoricamente ideais nos alveogramas (“Alveografia,” n.d.)

Característica	Massas	Pães	Bolos	Biscoitos Fermentados	Biscoitos Doces
P/L (mm/mm)	>1,5	0,6-1,5	-	0,5-0,9	0,2-0,5
W ( $10^{-4}$ Joules)	>280	180-275	<100	150-200	<100

Todavia, é necessário evidenciar que cada fábrica possui os próprios parâmetros, de acordo com as características que deseja que o seu produto tenha, bem como de acordo com o seu processo de fabrico.

No que diz respeito ao parâmetro W, todas as formulações encontram-se dentro do intervalo teoricamente ideal. Já no parâmetro P/L isso não se verifica para devido ao chicharo diminuir muito a extensibilidade (L) da massa

### 5.2.2. Ensaio promilógrafico

A  $\alpha$ -amilase desempenha um papel muito relevante na retenção de água e por consequência vai influenciar na consistência da massa, daí realizar-se os ensaios promilógraficos

Analisando a tabela 6, e tendo em conta que o valor ótimo do promilograma para a panificação varia entre 270 UP e 320 UP, conclui-se que esta farinha de trigo tipo 65 tem um valor muito elevado devido a ser corrigida, esta farinha poderá ser misturada com outra farinha com um valor promilográfico mais baixo .

Tabela 5: Resultados do Índice de queda

Tipos de farinha/Formulações	Índice de queda (UP)
Formulação 1 com farinha de chicharo cru - F1CR	420
Formulação 2 com farinha de chicharo cru - F2CR	350
Formulação 1 com farinha de chicharo cozido - F1CZ	340
Formulação 2 com farinha de chicharo cozido - F2CZ	355
Formulação 1 com farinha de chicharo germinado - F1GR	380
Formulação 2 com farinha de chicharo germinado - F2GR	370
Farinha de trigo	420

### 5.2.3. Atividade de água

Na tabela 7, estão expressos os resultados da análise à atividade de água. Os valores de atividade de água encontram-se dentro esperado para farinhas, o esperado é aproximadamente 0,6 (Carter, 2015).

Tabela 6: Atividade de água das farinhas de chicharo

Tipos de farinha/Formulações	Atividade de água
Formulação 1 com farinha de chicharo cru - F1CR	0,60
Formulação 2 com farinha de chicharo cru - F2CR	0,60
Formulação 1 com farinha de chicharo cozido - F1CZ	0,58
Formulação 2 com farinha de chicharo cozido - F2CZ	0,58
Formulação 1 com farinha de chicharo germinado - F1GR	0,56
Formulação 2 com farinha de chicharo germinado - F2GR	0,55
Farinha de trigo	0,60

### 5.3. Composição química

#### 5.3.1. Humidade

Relativamente aos resultados da humidade (Tabela 8), eles vão ao encontro do esperado, apesar de existirem algumas diferenças acentuadas entre os mesmos tipos de pão, como provam os desvios padrão, essas diferenças podem ser justificadas por uma amostra poder ter mais cêdea e outra mais miolo.

Também os valores de humidade das farinhas estão dentro do esperado, pois o chícharo que deu origem às mesmas encontrava-se todo bem seco, para possibilitar a moagem do mesmo.

Tabela 7: Humidade das farinhas de chícharo

	Humidade (%)	Média	Desvio Padrão
Pão de farinha de chícharo cozido - formula1	44,5	44,3	0,20
Pão de farinha de chícharo cozido - formula1	44,1		
Pão de farinha de chícharo - formula1	41,8	44,5	2,70
Pão de farinha de chícharo - formula1	47,2		
Pão de farinha de chícharo germinado- formula1	42,2	39,0	3,20
Pão de farinha de chícharo germinado- formula1	35,8		
Pão de farinha de chícharo - formula 2	37,0	46,9	0,03
Pão de farinha de chícharo - formula 2	36,9		
Pão de farinha de chícharo cozido - formula 2	29,4	32,4	2,96
Pão de farinha de chícharo cozido - formula 2	35,4		
Pão de farinha de chícharo germinado- formula2	30,3	27,5	2,74
Pão de farinha de chícharo germinado- formula 2	24,8		
Farinha de chícharo cru	7,5	7,5	0,02
Farinha de chícharo cru	7,5		
Farinha de chícharo cozido	6,1	6,2	0,09
Farinha de chícharo cozido	6,3		
Farinha de chícharo germinado	6,4	6,4	0,02
Farinha de chícharo germinado	6,4		

#### 5.3.2. Cinzas

Os valores das cinzas constam na tabela 9, as cinzas das farinhas de chícharo encontram-se dentro do esperado.



Tabela 8: Cinzas da farinha de chicharo

	% de cinzas em massa total, média	Desvio padrão	% de cinzas em massa seca	Desvio padrão
Farinha de chicharo cru	2,95	0,02	3,19	0,02
Farinha de chicharo cozido	2,28	0,36	2,43	0,03
Farinha de chicharo germinado	2,86	0,37	3,06	0,02

### 5.3.3. Fósforo

Os valores do fósforo das farinhas de chicharo constam na tabela 10, os valores do teor de fósforo das farinhas de chicharo encontram-se dentro do esperado, pois os valores da farinha de chicharo germinado ou cozido são inferiores aos da farinha de chicharo cru.

Tabela 9: Fósforo existente nas farinhas de chicharo

	Teor de fosforo média (mg/kg)	Desvio Padrão
Farinha de chicharo cru	4,06	0,98
Farinha de chicharo cozido	3,97	1,22
Farinha de chicharo germinado	3,78	0,87

### 5.3.4. Proteína

Os resultados à análise da proteína, são apresentados na tabela 11. Estes vão ao encontro dos valores apresentados na bibliografia. Como esperado, a farinha de chicharo germinado contém maior percentagem de proteína do que as restantes (16% a mais). No entanto, esta diferença representa um máximo de 0,6% do teor de proteína no pão.

ESAC-Mestrado de Engenharia alimentar  
Relatório de Estágio Profissionalizante - Desenvolvimento de pão à base de chícharo  
Catarina Oliveira

Tabela 10: Proteína presente nas farinhas de chícharo

Amostras	Média %Proteína em massa seca	Desvio de padrão
Farinha de chícharo cozido	23,3	1,39
Farinha de chícharo cru	23,3	2,07
Farinha de chícharo germinado	27,1	0,31

Fator de conversão do N em proteínas utilizado=6,25

## **6. Conclusões**

O objetivo inicial, que era produzir um pão à base de farinha de chicharo, foi alcançado.

Segundo o quadro de grau satisfação da análise sensorial, não existe uma preferência estatisticamente significativa por nenhum produto, este facto pode estar justificado por nos comentários os provadores terem referido que as amostras eram semelhantes.

Concluiu-se que a farinha de chicharo, do ponto de vista tecnológico, é uma farinha fraca, que vai enfraquecer a farinha trigo, mas caso se utilize uma farinha de trigo forte não vai ser impeditivo para produzir um pão de qualidade.

Caso se tenha como prioridade o ponto vista da qualidade tecnológica da formulação a melhor opção seria a formulação 2, que contém menor quantidade de farinha de chicharo. Ainda dentro do ponto de vista tecnológico, a farinha com menor interesse é a farinha de chicharo cru, pois foi a que obteve piores resultados no parâmetro W do alveograma.

Tendo em conta os resultados obtidos à análise da proteína e caso o objetivo seja produzir um pão que contenha mais proteína, a opção óbvia passa pelas formulações com farinha de chicharo germinado.

Nas restantes análises, os valores encontram-se dentro do esperado sem grandes revelações ao nível da melhor formulação ou melhor farinha de chicharo.

No que diz respeito à ideia que surgiu no decorrer deste estágio, de fazer um pão de chicharo que tivesse em conta a percentagem de cada aminoácido necessário à vida humana, apropriado para vegetarianos, não se conseguiu concretizar, sendo necessário testar outras formulações com alimentos ricos em aminoácidos como metionina e cisteína, que não linhaça pois deu origem a um pão com uma textura indesejável.

## 7. Referências bibliográficas

Alveografia. (n.d.). Retrieved August 7, 2016, from <http://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/avaliacao-farinha-trigo/2c.php>

Analytical methods for proteins in foods. (2003). Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/006/y5022e/y5022e03.htm>

Antunes, P. I. da C. (n.d.). *Aplicação do método da capacidade de retenção de solventes na determinação da qualidade de farinhas panificáveis*. Universidade Nova de Lisboa. Retrieved from [https://run.unl.pt/bitstream/10362/13805/1/Antunes\\_2014.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/13805/1/Antunes_2014.pdf)

Assis, L. M. de. (2009). *Efeitos da parboilização do arroz sobre características nutricionais e tecnológicas de farinhas mistas ternárias com trigo e soja. Dissertação (Mestrado em Engenharia de REcursos Hídricos e Saneamento Ambiental)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS*. Retrieved from <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp101564.pdf>

Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2008). *Food chemistry*. (Springer, Ed.) (4th ed.). Retrieved from [http://cst.ur.ac.rw/library/Food Science books/batch1/Food Chemistry.pdf](http://cst.ur.ac.rw/library/Food%20Science%20books/batch1/Food%20Chemistry.pdf)

Campbell, C. G. (1997). *Grass pea, Lathyrus sativus L. Bioversity International* (Vol. 18).

Carter, B. P. (2015). An Argument for Water Activity as a Specification for Flour Production, *14953*(4), 166–170.

Castro, R. G. (2011). *Bromatologia - Proteínas - Análise de Proteínas pela técnica de Kjeldahl*. Retrieved from <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAE3L0AB/bromatologia-proteinas>

Celestino, S. M. C. (2010). *Princípios de Secagem de Alimentos*. Retrieved from [www.cpac.embrapa.br/download/1735/t](http://www.cpac.embrapa.br/download/1735/t)

Cezar, A. P. C. (2012). *Controle de qualidade em farinha de trigo*

ESAC-Mestrado de Engenharia alimentar  
Relatório de Estágio Profissionalizante - Desenvolvimento de pão à base de chicharo  
Catarina Oliveira  
*beneficiamento.* Retrieved from  
[http://www.gerec.ct.utfpr.edu.br/estagioemprego/relatoriofinal/1113631\\_271.pdf](http://www.gerec.ct.utfpr.edu.br/estagioemprego/relatoriofinal/1113631_271.pdf)

Ciência viva. (2009). O pão. Retrieved August 8, 2016, from  
<http://www.cienciaviva.pt/projectos/pollen/sessao6pao.pdf>

Condeira, S. B. (2011). Determinação do teor em cinzas totais. Retrieved  
from <https://pt.scribd.com/doc/63971064/DETERMINACAO-DE-CINZAS-Silva-Condoeira>

FAO. (n.d.). Quais as tendências na produção e no consumo de leguminosas secas? Retrieved January 15, 2017, from <http://www.fao.org/portugal/ano-internacional-leguminosas/perguntas-frequentes/en/>

Freire, D. (2016). As leguminosas têm futuro? Mudanças na produção e no consumo em Portugal. Retrieved January 15, 2016, from  
<https://ambienteterritoriosociedade-ics.org/2016/06/29/as-leguminosas-tem-futuro-mudancas-na-producao-e-no-consumo-em-portugal/>

Gutkoski, L. C., Nodari, M. L., & Neto, R. J. (2003). Avaliação de farinhas de trigos cultivados no rio grande do sul na produção de biscoitos, 23, 91–97. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/cta/v23s0/19477>

Lambein, F., Ngudi, D. D., & Kuo, Y.-H. (2001). Progress in Prevention of Toxic-nutritional Neurodegenerations. *Atdforum*.

Menegusso, F. J., Viecili, A. A., Pauly, T., & Ferreira, D. T. L. (n.d.). Comparação das análises de umidade, Falling number e glúten em farinha de trigo forte, fraca e média mista com fécula de mandioca em diferentes porcentagens  
Fernanda. Retrieved from  
[http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/16\\_20160821\\_00-27-55\\_335.pdf](http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/16_20160821_00-27-55_335.pdf)

Piekarski, F. V. B. W. (2009). *Folha de abóbora: Caracterização físico-química, mineral e efeito da adição na reologia da massa e na qualidade sensorial de pães contendo fibra alimentar.* Retrieved from  
<http://www.posalim.ufpr.br/Pesquisa/pdf/DissertaFlaviaP.pdf>

Pikus, S., Jamroz, J., Olszewska, E., & Włodarczyk-Stasiak, M. (2005). An attempt to use saxs method in evaluating different types of wheat flours. *Electronic Journal of Polish Agricultural*, 8(1). Retrieved from <http://www.ejpau.media.pl/volume8/issue1/art-21.html>

Portaria n.º254/2003, Diário da república-I Série-B (2003).

Quirrenbach, H. R., Kanumfre, F., Rosso, N. D., & Filho, M. A. C. (2009). Comportamento do ácido fítico na presença de Fe(II) e Fe(III). *Ciência E Tecnologia de Alimentos*, 29(1), 24–32. <http://doi.org/10.1590/S0101-20612009000100005>

Sales, S. (2010). *O Culto do Pão*. Retrieved from [https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/4297/1/O culto d...pdf](https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/4297/1/O%20culto%20d...pdf)

Seabra, D. (2013). Alimentos germinados – o que são e quais as vantagens. Retrieved from <http://www.esmeraldazul.com/pt/blog/alimentos-germinados-o-que-sao-e-quais-as-vantagens/>

## **Anexos**

### **Anexo 1: Folha de prova**

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

#### **Produto: Pão de chicharo**

Prove por favor as amostras de pão de chicharo que lhe são apresentadas da esquerda para a direita e indique, de acordo com a escala, a sua opinião relativamente a cada uma delas.

A escala utilizada nesta análise sensorial será a seguinte:

- 1-Desgosto muito
- 2-Desgosto
- 3-Desgosto ligeiramente
- 4-Não gosto, nem desgosto
- 5-Gosto ligeiramente
- 6-Gosto
- 7-Gosto muito

	Amostra 275	Amostra 803	Amostra 996	Amostra 197	Amostra 223	Amostra 315
Aspetto						
Aroma						
Sabor						
Textura						
No geral (ou seja tendo em conta todos os aspetos)						

Qual das amostras é que gostou mais? Porquê?

\_\_\_\_\_

Qual das amostras é que gostou menos? Porquê?

\_\_\_\_\_

Comentários:

\_\_\_\_\_

Obrigada pela sua participação

## **Anexo 2- Protocolo do Alveograma de Chopin (ensaio do trigo)**

### **Preparação da amostra (ensaio do trigo)**

#### **Material e Equipamentos:**

- Secador de humidade de infravermelhos;
- Homogeneizador de Chopin;
- Água destilada;
- Trigo e farinha;
- Espátula;
- Pincel;
- Moinho de laboratório de Chopin.

#### **Procedimento - preparação da amostra:**

1. Limpa-se uma quantidade de trigo e retiram-se depois 700 g da amostra para a análise. Destas 700 g, retiram-se 100 g para triturar no moinho estriado e depois determina-se o teor de humidade pondo 3g (da farinha e sêmola resultante) no secador de humidade.
2. Coloca-se as 600g de trigo no recipiente do misturador e adiciona-se água destilada para que este tenha 17,5% de humidade no final (quantidade de água adicionada em função da humidade inicial do trigo).
3. Tapa-se o orifício da tampa do frasco e coloca-se o mesmo no homogeneizador durante 30 minutos.
4. Deixa-se depois o trigo repousar cerca de 24 horas.
5. Passado o período, abre-se o recipiente e introduz-se o trigo na abertura de trituração do moinho e deixa-se peneirar o produto cerca de 1 minuto e meio.
6. Dá-se seguidamente três passagens pela compressão e deixa-se peneirar novamente cerca de 1 minuto e meio, após cada passagem.
7. Determina-se depois o teor de humidade da farinha obtida



### CONDICIONAMENTO DO TRIGO MOLE A 17.5 %

(Referente a 600 g de trigo)

Humidade do trigo (%) - Ht	Quantidade de água a adicionar (g ou ml)	Humidade Do trigo (%) - Ht	Quantidade de água a adicionar (g ou ml)	Humidade do trigo (%) -Ht	Quantidade de água a adicionar (g ou ml)
9,0	61,8	11,0	47,3	13,0	32,7
9,1	61,1	11,1	46,5	13,1	32,0
9,2	60,4	11,2	45,8	13,2	31,3
9,3	59,6	11,3	45,1	13,3	30,5
9,4	58,9	11,4	44,4	13,4	29,8
9,5	58,2	11,5	43,6	13,5	29,1
9,6	57,5	11,6	42,9	13,6	28,4
9,7	56,7	11,7	42,2	13,7	27,6
9,8	56,0	11,8	41,5	13,8	26,9
9,9	55,3	11,9	40,7	13,9	26,2
10,0	54,5	12,0	40,0	14,0	25,5
10,1	53,8	12,1	39,3	14,1	24,7
10,2	53,1	12,2	38,5	14,2	24,0
10,3	52,4	12,3	37,8	14,3	23,3
10,4	51,6	12,4	37,1	14,4	22,5
10,5	50,9	12,5	36,4	14,5	21,8
10,6	50,2	12,6	35,6	14,6	21,1
10,7	49,5	12,7	34,9	14,7	20,4
10,8	48,7	12,8	34,2	14,8	19,6
10,9	48,0	12,9	33,5	14,9	18,9

#### Procedimento do Alveograma de Chopin

##### Material e Equipamentos:

- Alveografo de Chopin;
- Bureta de 160 mL;
- Balança sensível a 0,5g; - Cronómetro;

- Software próprio;
- Recipiente de vidro.

Reagentes:

- Solução de cloreto de sódio a 25% (dissolve-se 25g de NaCl puro em 1000mL de água destilada);
- Óleo de parafina.

**Amostra a utilizar: Trigo que depois é transformado em farinha.**

Procedimento:

1. Determina-se o teor de humidade da farinha obtida na preparação da amostra e calcula-se com a ajuda de uma tabela a quantidade de solução de cloreto de sódio a 2,5%.
2. Coloca-se na amassadeira 250g da farinha obtida e fixasse a tampa com dois parafusos.
3. Liga-se depois o motor na posição do manipulador que permita que o movimento seja no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, e o cronómetro.
4. Verte-se pelo orifício da tampa a quantidade de solução de NaCl estabelecida (cerca de 5 segundos).
5. Deixa-se mexer a massa durante 1 minuto, estando compreendido neste período de tempo os 20 segundos referidos acima.
6. Feito 1 minuto, para-se a batedeira, abre-se a tampa e com a ajuda de uma espátula desloca-se a farinha e a massa que se colaram às paredes e a tampa da batedeira. Esta operação efetua-se perante 1 minuto. Acabando o tempo previsto, fecha-se a tampa e liga-se a batedeira.
7. Deixa-se depois amassar mais 6 minutos (num total de 8 minutos) – passado este tempo para –se a amassadeira e abre-se a fenda de extração, colocando o exterior da mesma uma placa previamente untada com parafina, de modo a que a massa não cole à mesma.
8. Troca-se o sentido da rotação do motor (portanto este tem de funcionar no sentido dos ponteiros do relógio) e logo que a massa saia, elimina-se os primeiros 2 centímetros.
9. Após a massa atingir o tamanho ideal para a placa metálica recetora (previamente untada) corta-se junto à saída, com o auxílio de uma lâmina. Transfere-se

depois o pedaço de massa para uma placa de metal previamente untada. Repete-se o processo 4 vezes.

10. Depois de os pedaços de massa serem colocados na placa de metal, faz-se a laminagem dos mesmos com o auxílio do rolo previamente untado. Este rolo desliza depois 12 vezes seguidas: 6 idas e voltas seguidas, e 6 idas e voltas lentas.

11. Corta-se depois cada pedaço de massa com o cilindro cortador, de modo a que fiquem discos de massa. Remove-se a parte restante da massa. Coloca-se depois os discos numa câmara de repouso isotérmica (25°C) do alveografo.

12. Lubrifica-se a platina fixa durante o período em que os discos estão em repouso. Começa-se o ensaio 28 min depois do início da amassadura.

13. Coloca-se o primeiro disco o centro da platina e coloca-se novamente o tampão da platina. Comprime-se o disco da massa enroscando lentamente (duas voltas em 20 segundos). Retira-se depois o tampão para libertar o disco de massa e abre-se a torneira do ar, de modo a obter a extensão biaxial do disco da massa. Após a ruptura da membrana da massa fecha-se a torneira. Repete-se todos estes processos para os restantes discos.

14. Observam-se os resultados obtidos no computador e acertam-se os gráficos. Registam-se os resultados obtidos num boletim próprio.

15. Esta norma baseia-se na Norma Internacional ISO 5530/4 – 1983

**Anexo 3- Ensaio promilográfico**

**Material e Equipamentos:**

- 110 ml de água destilada;
- Promilógrafo;
- Recipiente.

**Procedimento Experimental:**

1. Pesa-se 17,5 g de farinha no recipiente;
2. Dilui-se a farinha anteriormente pesada em 70mL de água destilada.
3. Limpa-se o frasco com 40 mL de água destilada de coloca-se esta mistura junto à restante no copo do aparelho.
4. Coloca-se o papel e a caneta em posição para trabalhar.
5. Monta-se o equipamento e liga-se o Promilógrafo durante 15 a 20 min no qual ele vai chegar aos 80 °C.
6. Retira-se o gráfico quando o tempo termina e mede-se o pico com o esquadro próprio para o efeito.
7. Regista-se o resultado obtido no boletim próprio para o efeito.

**Anexo 4 -Protocolo do teor de humidade (farinha e pão)**

**Materiais e equipamentos:**

- Estufa
- Espátula
- Recipiente

**Procedimento:**

- 1.Pesa se o vidro de relógio, onde a amostra será colocada.
- 2.Coloca se amostra no vidro de relógio, pesado anteriormente. Pesa se vidro de relógio com a amostra, ou seja, o conjunto. A massa inicial da amostra é a diferença entre o conjunto e vidro de relógio .
- 3.Coloca se o conjunto na estufa a 105°C, ate o peso ser estável.
- 4.Por fim pesa se o conjunto , a massa final é a diferença do peso do conjunto depois da secagem e o peso vidro relógio .

$$Humidade\% = \frac{m - m_s}{m_s} * 100$$

Conjunto= peso cadinho +peso da mostra

m= Massa inicial da amostra, antes da secagem = peso do conjunto antes da secagem – peso do cadinho

ms=Massa final da amostra, depois da secagem= peso do conjunto depois da secagem – peso do cadinho

**Anexo 5 – Protocolo do teor de cinzas do pão e das farinhas de chicharo**

Materiais e Equipamentos:

- Mufla;
- Cadinhos;
- Exsicador;
- Balança Analítica;
- Placa de material termo resistente;
- Pinça de metal;

Procedimento Experimental:

1. Deve determinar-se duas determinações paralelas para cada amostra.
2. Prepara-se as cápsulas de inceneração, limpando-se as mesmas com água corrente. Sujeita-se depois as cápsulas a 900°C. Deixa-se depois arrefecer no exsicador durante uma hora. Pesa-se a cápsula e regista-se o valor.
3. Prepara-se a amostra para análise (farinha ou pão). Pesa-se 3g de amostra e coloca-se dentro dos cadinhos entretanto arrefecidos. Determina-se o teor de humidade da amostra .
4. Coloca-se os cadinhos na mufla, previamente aquecida a 900°C para o pão, e para a farinha de chicharo a 550°C.
5. Permanece na mufla durante 4h. Terminado o processo, coloca-se os cadinhos a arrefecer no exsicador.
6. Depois de frios, pesa-se os cadinhos e registam-se os resultados. Elaboram-se os cálculos.

Cálculo:

$$Cinzas(\%) = m_2 * \frac{100}{m_1} * \frac{100}{100 - H}$$

Onde:

m<sub>1</sub> – A massa da toma para análise expressa em g

m<sub>2</sub> – A massa da cinza expressa em g

H – Teor de água da amostra expresso em percentagem.

## **Anexo 6 – Análise à proteína**

### **Materiais**

- Bloco de aquecimento p/ tubos de digestão
- Tubos de digestão
- Aparelho de neutralização/destilação
- Titulador automático

### **Reagentes**

- Solução de ácido bórico
- Solução de HCl de título conhecido
- Hidróxido de sódio
- Mistura de indicadores (vermelho de metilo e verde de bromocresol)

### **Técnica analítica**

- Introduza cerca de 0,5 g de amostra seca (105°C) e moída num tubo de digestão.
- Adicione duas pastilhas de catalisador (Selénio) e 12 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado a cada tubo.
- Prepare um branco, onde coloca todos os reagentes, exceptuando a amostra.
- Coloque os tubos na placa de aquecimento que deverá estar previamente à temperatura de digestão (400°C).
- Ligue o sistema de recolha de vapores e deixe digerir durante 60 minutos ou até obter uma solução límpida.
- Após este período de tempo retire os tubos do bloco de aquecimento e deixe-os arrefecer durante meia hora.
- De seguida adicione a cada um dos tubos 70mL de água destilada. Ligue o destilador até o gerador de vapor estabilizar.
- Prepare balões de erlemeyer com 50mL de solução de ácido bórico e duas-três gotas da mistura de indicadores. Introduza o tubo de digestão no destilador assim como a ponteira do destilado dentro da solução de ácido bórico.

- i) Adicione 50 ml da solução de NaOH no tubo de digestão e ligue imediatamente o vapor. Deixe a destilação por arraste de vapor retirar o amoníaco presente no tubo até que o volume total de destilado atinja cerca de 125mL.
- j) Retire o balão erlemeyer para titulação posterior e o tubo de digestão (cuidado- esse encontra-se quente).

Repita este procedimento para todos os tubos envolvidos na determinação.

- l) De seguida titule as soluções de ácido bórico com HCl no titulador automático e tome nota dos volumes de ácido gasto. Tente obter uma cor o mais aproximada possível daquela que inicialmente as soluções de ácido bórico possuíam.

Por fim calcula-se o nitrogénio total, segundo a seguinte fórmula:

$$NT = \frac{(Va - Vb) * F * 0.014 * 100}{P1}$$

Onde:

NT – teor de nitrogênio total na amostra, em percentagem;

Va – volume da solução de ácido clorídrico  
gasto na titulação da amostra, em mililitros;

Vb – volume da solução de ácido clorídrico  
gasto na titulação do branco, em mililitros;

F – fator de correção para o ácido clorídrico 0,01 mol/L;

P1 – massa da amostra (em gramas)

Para determinar a proteína bruta utiliza se a seguinte equação:

$$PB = NT * Fn$$

PB – teor de proteína bruta na amostra, em percentagem;

Fn– Fator para o calculo da proteína bruta



## **Anexo 7- Determinação do fosforo**

### Material / equipamento

Material de vidro de uso corrente em laboratório, lavado sem recurso a detergente, e previamente passado por HCL e água destilada

Espectrofotômetro a 470 nm

### Reagentes

- Solução de vendato-molibdato
  - a) Solução A: dissolva 25g de molibdato de amônio,  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , em 300 ml de água destilada ;
  - b) Solução B: dissolva 1.25 g metavanadato de amônio,  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ , em 300 ml de água destilada, aquecendo ate ebulição . Arrefeça e adicione 300ml de HCL concentrado. Arrefeça por fim até atingir a temperatura ambiente ;

Junte a solução A à B, agite e complete o volume a 1000 ml com água destilada.
- Solução padrão de ortofosfatos: Dissolva 219.5 mg de fosfato monopotássio,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , anidro, em agua destilada. Dilua a 1000 ml :1.00 ml= 50.0  $\mu\text{g P-PO}_4^{-3}$ .

### Procedimento pratico

- Curva padrão
  - Prepare um curva padrão pipetando para uma série de balões volumétricos de 50 ml os volumes de solução padrão de ortofosfatos que constam do quadro seguinte. Calcule a concentração de  $\text{P-PO}_4^{-3}$  em cada balão e preencha a coluna correspondente no quadro seguinte.

ESAC-Mestrado de Engenharia alimentar  
Relatório de Estágio Profissionalizante - Desenvolvimento de pão à base de chicharo  
Catarina Oliveira

Volume de solução padrão (ml)	Concentração de P-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (µg P/l)	Absorvância
0		
0.5		
1.0		
2.5		
5.0		
7.5		
10.0		
15.0		
20.0		
25.0		

- Adicione a cada padrão 10 ml da solução de vanadato-molibdato.
  - Dilua a 50 ml com água destilada.
  - Aguarde pelo menos 10 min pelo desenvolvimento de cor.
  - Meça as absorvâncias correspondentes à coloração desenvolvida em espectrofotômetro a 470nm de comprimento de onda. Registre os valores medidos na coluna correspondente do quadro anterior.
- Amostra
  - Pese entre 5 a 7 g de amostra.
  - Leve a amostra a 105°C, até o peso ser constante.
  - Desseguida leve a amostra a 550°C, durante 4h.
  - Realize a digestão ácida com ácido clorídrico 1 para 1, coloque em banho-maria e leve á secar, adicione mais 10 ml de ácido e torne a levar á secar, adicione mais 10 ml e torne a levar á secar, adicione mais 10 ml e mantenha em banho-maria ate volume reduzir para metade, coloque um vidro de relógio por cima e deixe repousar 10 min.
  - Utilize um balão de diluição, recorra a um funil para colocar o resultado da digestão dentro do balão, o resultado da digestão é necessário filtrar, para isso coloque um papel de filtro no funil.

ESAC-Mestrado de Engenharia alimentar  
Relatório de Estágio Profissionalizante - Desenvolvimento de pão à base de chicharo  
Catarina Oliveira

- Neutralize com 3 gotas de solução alcoólica de fenolftaleína a 1%, junte uma solução de hidróxido de sódio 10N gota a gota e depois utiliza se na mesma uma solução de hidróxido de sódio mas com uma concentração menor gota a gota até ficar com uma cor ligeiramente rosada , perfaça o volume do balão com agua destilada.
- Pipete 35 ml de amostra para um balão volumétrico de 50 ml .
- Adicione 10 ml da solução de vanadato-molibdato.
- Complete o volume a 50ml com água destilada.
- Aguarde 10 min pelo desenvolvimento de cor e proceda à leitura da absorvância correspondente à cor desenvolvida em espectrofotômetro a 470 nm de comprimento de onda.